

# ARTICULATED ROBOT AND ITS CONTROLLING METHOD

Publication number: JP2001138279

Publication date: 2001-05-22

Inventor: OKAMOTO OSAMU; NAKATANI TERUOMI;  
KAMIMURA HEIHACHIRO; YAMAGUCHI ISAO

Applicant: NAT AEROSPACE LAB

Classification:

- international: G05B19/18; B25J9/06; B25J9/10; B25J13/00;  
B25J17/00; B25J17/02; G05B19/18; B25J9/06;  
B25J9/10; B25J13/00; B25J17/00; B25J17/02; (IPC1-  
7): B25J17/00; B25J9/10; B25J13/00; G05B19/18

- european: B25J17/02D2

Application number: JP19990319334 19991110

Priority number(s): JP19990319334 19991110

Also published as:

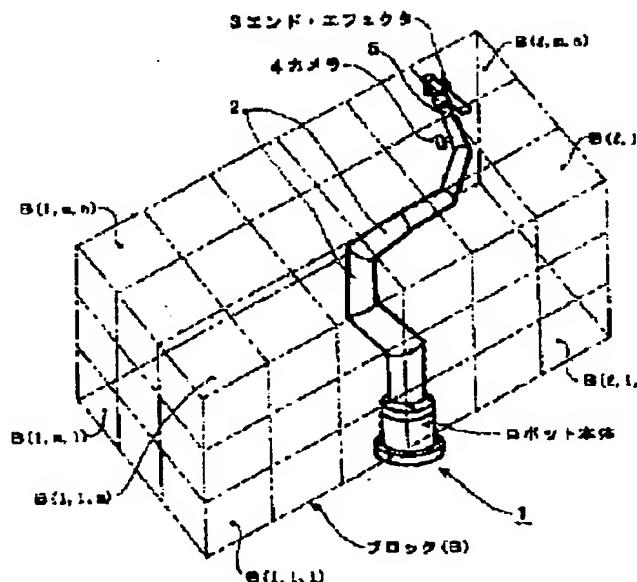


US6408224 (B)

Report a data error he

## Abstract of JP2001138279

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a high-functional articulated robot having an offset rotary joint of small and light construction and bearing a high torque and capable of making complicated and precise motions with a high payload, whereby track preparation can be made simply and smooth operations with quick response be performed even of the required motions are complicated. **SOLUTION:** A high reduction ratio transmitting and torque increasing mechanism is adopted to a rotation transmitting mechanism provided inside each joint of an offset rotary joint so that adoption of a small-sized motor is made practicable, and motion region of an end effector 3 is divided into a plurality of blocks B and the motion conditions of each joint required to make movement to the specified block are turned in database block while the instruction of working points in the specified block region is turned in database, and track preparation is made in the basis of the block region data till the block of the working region, and when the reference point of the block is attained, the intra-block working point data is called and the motion of each joint is decided.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-138279

(P2001-138279A)

(43)公開日 平成13年5月22日(2001.5.22)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-コ-ト\*(参考)

B 2 5 J 17/00

B 2 5 J 17/00

E 3 F 0 5 9

9/10

9/10

A 3 F 0 6 0

13/00

13/00

Z 5 H 2 6 9

G 0 5 B 19/18

G 0 5 B 19/18

D

審査請求 有 請求項の数11 O L (全 14 頁)

(21)出願番号

特願平11-319334

(22)出願日

平成11年11月10日(1999.11.10)

(71)出願人 391037397

科学技術庁航空宇宙技術研究所長

東京都調布市深大寺東町7丁目44番地1

(72)発明者 岡本 修

東京都立川市曙町3-28-10

(72)発明者 中谷 輝臣

東京都町田市本町田2379 木曾住宅ホ-6  
-212

(72)発明者 上村 平八郎

東京都三鷹市井の頭5-28-3 井の頭ア  
ルカディア203

(74)代理人 100092200

弁理士 大城 重信 (外2名)

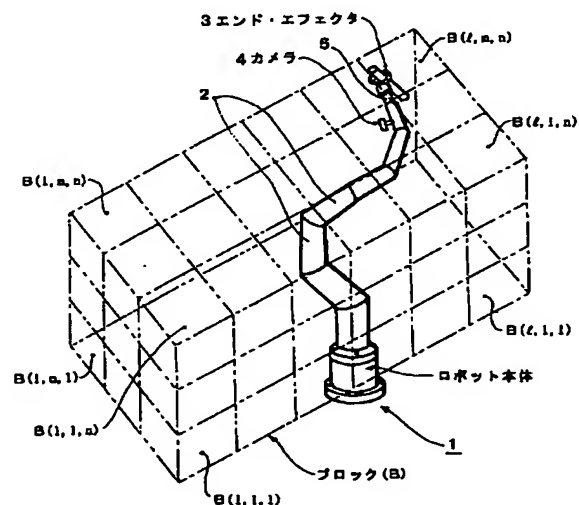
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 多関節ロボットとその制御方法

(57)【要約】

【課題】 小型軽量で高トルクのオフセット回転関節を有し、ペイロードが高く且つ複雑で精密な動きが可能な高機能な多関節ロボットを得、且つ軌道生成が単純で複雑な動きであっても応答速度が早くスムーズな作業を可能にする。

【解決手段】 オフセット回転関節の関節内の回転伝動機構に高減速比伝動・トルク増加機構を採用して、小型モータの採用を可能にし、且つ制御方法はエンドエフェクタ3の動作領域を複数のブロックBに区割りして、所定のブロックに移動するのに必要な各関節の動作条件をブロック毎にデータベース化しておくと共に、所定ブロック領域内での作業ポイントの教示をデータベース化しておき、作業領域のブロックまでは、ブロック領域データを基に軌道生成し、ブロックの基準点に達したら、ブロック内作業ポイントデータを呼び出して各関節の動作を決定する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 駆動側アームと従動側アームがアーム軸線に対して傾斜したオフセット回転軸線回りに回転駆動されるオフセット回転関節を少なくとも複数個有する多関節ロボットにおいて、駆動側アーム又は従動側アームの何れか一方のアーム先端にモータで回転駆動される中空回転軸を所定のオフセット角度で傾斜して回転自在に設け、他方のアーム基端に前記中空軸から回転力を伝動されるロータ部材が固定され、前記中空回転軸と前記ロータ部材が高減速比伝動・トルク増加機構となっていることを特徴とする多関節ロボット。

【請求項2】 前記高減速比伝動機構が、外周面にカム面が形成された前記中空軸、内周面が前記中空軸のカム面と係合するカム作動面で外周面が歯面となって弾性変形可能に固定されてなる入力ギア部材、該入力ギア部材よりも歯数が僅かに多くなっている出力ギア部材からなり、該出力ギア部材が前記ロータ部材になっている請求項1記載の多関節ロボット。

【請求項3】 前記モータはその回転軸線がアーム軸線と一致又は平行となるように配置され、該モータから中空回転軸への回転力は、モータの出力軸に固定された外歯傘歯車と、前記中空回転軸の基端に固定された内歯傘歯車との噛み合いからなる傘歯車伝動機構により伝動されてなる請求項1又は2記載の多関節ロボット。

【請求項4】 前記モータのケースがアームの一部となっている請求項3記載の多関節ロボット。

【請求項5】 前記モータから中空回転軸への回転力は、モータの出力軸に固定されたブリー、前記中空回転軸の基端に固定されたブリー、該ブリーと前記ブリー間に懸け渡されたタイミングベルトとからなるベルト伝動機構により伝動されてなる請求項1又は2記載の多関節ロボット。

【請求項6】 前記モータがエンコーダ及び回転速度計と一体となったブレイキ付きモータである請求項1～5何れか記載の多関節ロボット。

【請求項7】 前記モータ軸の出力側と反対側軸端を突出させて突出部に手動回転調整部を設けてある請求項1～6何れか記載の多関節ロボット。

【請求項8】 多関節ロボットの制御方法であって、エンドエフェクタの動作領域を複数のブロックに区割りして、所定のブロックに移動するのに必要な各関節の動作条件をブロック領域データとしてブロック毎にデータベース化しておき、予め作業領域のブロックを選択すると前記データベースより呼び出されたブロック領域データにより各関節の動作条件が決定されることを特徴とする多関節ロボットの制御方法。

【請求項9】 各関節は、前記データベースから与えられるブロック領域データと現在の動作状況とを比較して、前記ブロック領域データを満たすように各関節毎に独立してモータ制御を行うようにしてなる請求項8記載

の多関節ロボットの制御方法。

【請求項10】 多関節ロボットの制御方法であって、所定ブロック領域内での作業ポイントの教示を作業ポイントデータとしてデータベース化しておき、エンドエフェクタが該ブロック領域に達したら、前記データベースからブロック内作業ポイントデータを呼び出して各関節の動作を決定するようにしたことを特徴とする多関節ロボットの制御方法。

【請求項11】 多関節ロボットの制御方法であって、エンドエフェクタの動作領域を複数のブロックに区割りして、所定のブロックに移動するのに必要な各関節の動作条件をブロック領域データとしてブロック毎にデータベース化しておくと共に、所定ブロック領域内での作業ポイントの教示をブロック内作業ポイントデータとしてデータベース化しておき、予め作業領域のブロックを選択すると前記データベースより呼び出されたブロック領域データにより各関節の動作条件が決定され、該条件を満たすように前記関節が駆動されることによって所定作業ブロックに移動し、エンドエフェクタが前記選択されたブロックの基準点まに達したら、前記ブロック内作業ポイントデータを呼び出して各関節の動作を決定することを特徴とする多関節ロボットの制御方法。

【請求項12】 多関節ロボットの制御方法であって、各関節が演算処理装置と関節データベース及び通信インターフェースを有し、ロボット全体の動きを制御する中央コントローラと各関節が独立して接続されていると共に各関節制御装置間も直接データをやり取りできるようにネットワークを構成し、各関節を並列制御できると共に隣接する関節に中央コントローラを介さずに直接情報を送ることができるようにしたことを特徴とする多関節ロボットの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多関節ロボットと多関節ロボットの制御方法と、特にオフセット回転関節を有する多関節ロボットとその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、関節がリンク軸線と所定角度傾斜した回転軸線を有するオフセット回転関節を有する多関節ロボットは提案されている（例えば、PCT国際公開WO88/03856号公報）。該オフセット回転関節は、従動側アームがアーム軸線とオフセット回転軸線との交点を頂点として、オフセット角度の円錐回転運動する構造であり、該オフセット回転関節を複数設けることによって、回転運動のみの簡単な機構で、エンドエフェクタを広く動作範囲で精密な三次元位置決めができる。そして、軸回転のみであるから、容易に精密な位置決め制御が可能であり、しかも大きなトルクを伝えることができる利点がある。また、オフセット回転関節で多数のアームを連結することによってアーム全体を蛇のような動

きをさせることができ、複雑作業経路でエンドエフェクタを動かすことができ、従来の多関節ロボットにない動きをさせることが可能である。

【0003】しかしながら、上記機能を効果的に実現するためにアームを多数連結するとアーム自体の自重が重くなり、エンドエフェクタのペイロードが減少し高負荷作業が困難となる等の問題があり、より軽量小型で高トルクを得ることができるオフセット回転関節が要求されている。

【0004】一方、従来のロボットシステムでは、位置、姿勢情報の教示法として、ダイレクトティーチング法、ジョイスティック等によるリモートティーチング法、数値データ入力等によるオフラインティーチング等が知られているが、これらの教示は、ロボットが出発点から目標位置までの軌跡上の点を、直接又は間接的に逐一教示する方法である。そして、教示された作業点間を指示経路通りロボットを動かすために、各関節に配置されたモータの制御量を計算して軌道を生成し、各モータに制御量を指令値として与えている。従って、多関節のロボットで複雑な軌道生成の場合は、教示が困難であると共に、軌道生成の計算が複雑膨大となってコンピュータの負荷が増大し、応答速度が遅くなり、その結果、スムーズな動きができなくなるという問題がある。

【0005】特に、前記のようにオフセット回転関節を有する多関節ロボットの場合は、出発点から目標位置までエンドエフェクタを動かすのに、各関節の動きの組合せは無数にあり、軌道生成が複雑であるため、従来のロボットの制御法では応答速度が遅くならざるを得なかった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記実情に鑑み創案されたものであり、その目的とするところは、より小型の駆動モータを採用してより強い回転トルクを伝えることができ、且つ高精度の位置決めができ、小型軽量でより高トルクのオフセット回転関節を得、該オフセット回転関節を多段に接続することによってペイロードが大きく可動範囲がひろく且つ複雑な精密な動きをする高機能な多関節ロボットを提供することにある。

【0007】また、上記のような複雑な動きをするエンドエフェクタを有する多関節ロボットであっても、その都度複雑な演算処理を必要とせず、簡単に目標位置までの軌道生成ができ、複雑な動きであっても応答速度が早くスムーズに作業できることを可能にする多関節ロボットの制御方法を提供することを第2の目的とするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記課題を達成するための本発明の多関節ロボットは、駆動側アームと従動側アームがアーム軸線に対して傾斜したオフセット回転軸線回りに回転駆動されるオフセット回転関節を少なくとも

複数個有する多関節ロボットにおいて、駆動側アーム又は従動側アームの何れか一方のアーム先端にモータで回転駆動される中空回転軸を所定のオフセット角度で傾斜して回転自在に設け、他方のアーム基端に前記中空軸から回転力を伝動されるロータ部材が固定され、前記中空回転軸と前記ロータ部材が高減速比伝動・トルク増加機構となっていることを特徴とするものである。

【0009】前記高減速比伝動機構として、ハーモニックドライブ機構が好適に適用できるが、これに限るものでなく、他の遊星歯車減速機構や特殊歯形減速機構等も適用可能である。また、モータから中空回転軸への回転力を、モータの出力軸に固定された外歯傘歯車と、前記中空回転軸の基端に固定された内歯傘歯車との噛み合いによって伝えるようにすることによって、アーム内でモータを回転軸線がアーム軸線と一致又は平行となるように配置することができ、アームの径を小さくすることができ、望ましい。また、前記モータから中空回転軸への伝動機構は、モータの出力軸に固定されたブリー、前記中空回転軸の基端に固定されたブリー、該ブリーと前記ブリー間に懸け渡されたタイミングベルトとからなるベルト伝動を採用することも可能である。

【0010】前記モータをケースがアームの一部となるようにケース一体型に構成することによって、そして、エンコーダ及び回転速度計と一体となったブレーキ付きモータとすることによって、アーム本体への取付け組立が容易であり、且つメンテナンスも容易である。また、特別なブレーキ装置を必要とすることなく、アームを所定位置に保持することができる。さらに、モータ軸の出力側と反対側軸端を突出させて突出部に手動回転調整部を設けることによって、組立時の角度調整を手動で行うことができ、組立てが容易となる。

【0011】上記第2の目的を達成する本発明の多関節ロボットの制御方法は、エンドエフェクタの動作領域を複数のブロックに区割りして、所定のブロックに移動するのに必要な各関節の動作条件をブロック領域データとしてブロック毎にデータベース化しておくと共に、所定ブロック領域内での作業ポイントの教示をブロック内作業ポイントデータとしてデータベース化しておき、予め作業領域のブロックを選択すると前記データベースより呼び出されたブロック領域データにより各関節の動作条件が決定され、該条件を満たすように前記関節が駆動されることによって、エンドエフェクタを前記選択されたブロックの基準点まで移動させる。そして、選択されたブロックの基準点に達したら前記ブロック内作業ポイントデータと呼び出して各関節の動作を決定することとを特徴とするものである。従って、各関節の動きをエンドエフェクタの動きに連係して、軌道を決定する複雑な演算を行うことがないので、データ処理量を格別に低減することができ、スピード化を図ることができる。

【0012】本発明は、上記のようにブロック領域デー

タと共にブロック領域内での作業ポイントデータもデータベース化して、両者を組み合わせて制御することにより、より高速化が可能であるが、何れか一方のみをデータベース化することも可能である。所定のブロック領域に、エンドエフェクタを移動させるのに、各関節は、前記データベースから与えられるブロック領域データと現在の動作状況とを比較して、前記ブロック領域データを満たすように独立してモータ制御を行うことによって、各関節が独立して並列的に作動する。作業領域広域に渡る場合は、複数のブロックを組み合わせば良い。

【0013】また、多関節ロボットをアームがうねった複雑な動きをさせる場合、コンピュータの負荷を軽減させて高速化に対応できるようにするために、本発明では、各関節に格納された関節制御手段が、ロボットの全体の動きを制御する中央コントローラとそれぞれ独立して接続されていると共に、各関節制御装置間も直接データをやり取りできるようにネットワークを構成し、各関節を並列制御できると共に複雑な動きとの時には隣接する関節に直接関節の角度情報を送ることができるようにした。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面にに基づき詳細に説明する。図1は、本発明の多関節ロボットの概略図を示している。本発明の多関節ロボット1は、多数のアーム2がオフセット回転関節で連結され、ロボットアーム自体が蛇のような動きが可能で、3次元空間内でエンドエフェクタ3を6自由度で移動できると共に、その向きも3次元的に自由に動くことができるようになっている。なお、本実施形態の多関節ロボットは、形状識別センサとして関節カメラ4を適宜備えていると共に、必要に応じて台座カメラも設置されている。エンドエフェクタ3を支持している先端アーム5は自在に伸縮及び回転可能に形成されている。また、オフセット回転関節で連結されているアーム間でも、必要に応じてオフセット角を有しない回転関節及び軸方向伸縮関節を適宜設けても良い。

【0015】本発明の多関節ロボットのオフセット回転関節の一実施形態を示し、その主な機構的特徴は次の点にある。

①関節の駆動伝動機構に貫通孔を有する高減速・トルク増大機構を採用して、トルクの増加とガタのない精密な減速伝動を可能にした。

②さらに関節部の高減速・トルク増大機構へのモータからの回転力伝動に外歯傘歯車-内歯傘歯車機構又はベルト伝動機構を採用して、より高減速・トルク増大を図ると共にモータをアーム内に同軸的に設けることを可能にして、アーム径の縮小化を図った。

③モータはエンコーダ、スリップリング、回転速度計と一体化すると共に、モータケースがアームの一部を形成するようにして、各関節のセンサー手段、制御手段をモ

ータと一体にユニット化して、アームへの取付けを簡単にすると共に、小型化を図った。さらに、モータ軸に貫通孔を設けた。

④スリップリングを関節部の出力軸にも設けることによって、回転方向を考慮しない自在回転制御方式の採用可能して回転制御の容易化を図った。

⑤モータ軸をスリップリングより突出させて、組立時に手でモータ軸を回転できるようにすることによって、組立時の歯合わせ等の調節が容易にできるようにして組立の容易化を図った。

⑥各関節及びエンドエフェクタに制御信号及び動力を伝達する信号線や動力線を、アーム及び回転関節の内部を貫通して配置することができ、且つこれらの信号線や動力線が回転関節の伝動機構によって破損されないように工夫した。

【0016】以下、上記特徴点を有するオフセット回転関節の具体的構成を図2により説明する。図2示すオフセット回転関節は、図1に示すように、円筒状の手元アームを駆動側アーム6とし、手先アームを従動側アーム7としている場合であり、従動側アームが駆動側アームのアーム軸線に対し、オフセット角 $\gamma$ のオフセット回転関節で接続されている状態を示している。駆動側アーム6のアーム本体6aの先端は軸線に直角な直角開口部となっており、従動側アームの基端がアーム軸線に対して傾斜角 $\gamma$ の傾斜開口部となっており、直角開口部と傾斜開口部にオフセット回転関節組立体が設けられている。

【0017】本実施形態におけるオフセット回転関節組立体は、モータユニット8、該モータユニット先端に固定された駆動側アーム先端部6b、該駆動側アーム先端部に固定された関節回転伝動機構部9が一体に組み立てられている。駆動側アーム先端部6bは、基端側が直角開口部で先端側が傾斜開口部に形成され、直角開口部にモータ軸先端を軸受けし、傾斜開口部には関節回転伝動機構部9が固定されている。

【0018】モータユニット8は、アームと同径を有するモータケース10を有し、該モータケースの上下端を図示のように駆動側アーム6a及び駆動側アーム先端部6bと連結固定して一体化することによって、モータケース10自体が駆動側アームの一部を構成を構成している。モータユニット8は、前記モータケース10と一体型に形成されたモータ11、エンコーダ12、スリップリング13、及び回転速度計（図示していない）からなり、モータ軸14がアーム軸線と同一軸線上又は平行軸上に位置するように設けられている。

【0019】モータ11は、DCサーボモータ、ACサーボモータ、直接駆動モータ又はパルスモータ等任意の正逆回転小型制御モータが採用できる。モータ軸14は、貫通孔15を有する中空軸に形成され、内部を信号線及び動力線が貫通できるようになっている。モータ軸14の基端部及び先端部はモータケースから突出し、先

端部にはモータ軸14の貫通孔に連通する貫通孔が形成された外傘歯車17が固定され、駆動側アーム先端部6bの基端側に回転自在に軸受されている。また、モータ軸14の基端部には回転摘み16が固定され、組立時にオフセット回転関節の角度調節を手動で自由にできるようになっている。

【0020】関節回転伝動機構部9は、駆動側であるステータ部と従動側であるロータ部からなり、ステータ部が駆動側アーム先端部6bに連結され、ロータ部が従動側アーム7に連結されている。そして、ステータ部とロータ部とで、以下に詳述するように、ハーモニックドライブ機構を構成し、駆動側から従動側に高減速比で回転力を伝えるようになっている。

【0021】ステータハウジング20は、傾斜開口部となっている駆動側アーム先端部6bに固定され、中央部に貫通孔22が形成された円筒軸21をベアリング23を介して回転自在に軸受している。該円筒軸21の先端部はベアリング26を介してロータハウジング30にも回転自在に軸受されている。従って、該円筒軸21は駆動側アーム軸線に対して、オフセット角 $\gamma$ だけ傾斜していることになる。円筒軸21の基端側には、前記モータ軸に取り付けられた外傘歯車17と噛み合う内傘歯車24が固定されている。

【0022】また、円筒軸21の上部には外周面が楕円形状のカムを構成する軸受フランジ31が形成され、該軸受フランジ外周面と、前記ステータハウジング20に固定された入力ギア部材32の上端部内周面との間にベアリング27が設けられている。入力ギア部材32は、図2に示すように、下端部が取付フランジ部33となっている円筒状に形成され、円筒胴部34は弾性変形可能な金属材で形成され、その上端部外周面には外歯35が形成されている。

【0023】一方、ロータハウジング30には、内周面に前記外歯35と噛み合う内歯36が形成されている出力ギア部材37が固定され、該出力ギア部材は、リング部材38及びベアリングを介してステータハウジング20に回転自在に軸受されていると共に、その上端部はロータハウジングを介して従動側アームに固定されている。出力ギア部材37の内歯36は弾性変形する入力ギア部材32の外歯35より歯数が多く（例えば2枚）形成されており、円筒軸21、入力ギア部材32、出力ギア部材7とで、大減速比で回転力を伝達するハーモニックドライブ機構を構成している。

【0024】円筒軸21の頂部とロータハウジング30（出力ギア部材37）との間にもスリップリング40を設け、回転方向を考慮しない自在回転制御ができるようにした。また、関節回転伝動機構部9には、前記アーム間の関節部に取り付けられた際に、回転接触部を介してアーム内部の空間部に外部からガスや水その他の異物が侵入しないように、回転接触部には適宜のシール手段が取り

付けられ、ロボットアーム内部の密封を図っている。なお、図中43は、内傘歯車24を貫通する信号線等を破損しないように保護するために内傘歯車24の貫通孔に嵌合して設けたラッパ状の保護筒である。また、図示していないが、ハーモニックドライブ機構には、入力／出力軸間に回転原点位置検出センサが設けられている。

【0025】関節回転伝動機構部9は、以上のように構成され、モータユニット8と駆動側アーム先端部6bとを一体に組み立てることによって、オフセット回転関節組立体を構成し、それを各関節毎に予め組み立ておけば、多関節ロボットの組み立てに際して、該オフセット回転関節組立体を介して、駆動側アームと従動側アームを順次連結していけば良いので、組み立てが容易である。また、オフセット回転関節が故障した際は、該オフセット回転関節組立体を取り替えば良いので、メンテナンスも容易である。なお、アームの組み立てに際して、関節回転伝動機構部9の従動側アームへの連結は、出力ギア部材37を、直接又は図示のようにロータハウジング30を介して、従動側アーム7の傾斜開口部固定されている従動側関節板42に固定することによってできる。

【0026】以上のように取り付けることによって、関節回転伝動機構部9の回転軸線が駆動側アーム6のアーム軸線L Aに対して、角度 $\gamma$ 傾斜することになる。その結果、傾斜角度 $\gamma$ がオフセット角度となり、従動側アーム7はオフセット回転軸線L Bとアーム軸線L Aとの交点を頂点として、オフセット角度 $\gamma$ の円錐回転運動することになる。従って、該オフセット回転関節を複数組み合わせることによって、回転運動の組合せのみで、三次元の非常に複雑な動きをさせることができる。

【0027】次に、上記のように構成された関節回転伝動機構部9の作動を説明する。モータ11が駆動すると、外傘歯車17、内傘歯車24を介して円筒軸21が所定の回転速度で回転する。その際、内傘歯車24を径大にすることによって直径比に応じて減速することができ、小型のモータで大きなトルクを発生させることができる。しかも傘歯車同士の噛み合いであるからスベリやバックラッシュも殆どなく正確に且つ静かに伝動することができる。円筒軸21が回転することによって、該円筒軸の外周面に形成されている楕円形状の軸受フランジ31の長軸部外周面がベアリング27を介して、入力ギア部材32の円筒胴部34をカム作用により押す。それにより、入力ギア部材32の円筒胴部34が弾性変形して、外歯35が出力ギア部材37の内歯36と噛み合う。そのため、内歯と外歯の噛み合い位置は円筒軸の回転につれて順次変化し、円筒軸が1回転したとき、出力ギア部材37は入力ギア部材との歯数差分だけ回転することになる。従って、入力ギアの歯数を $Z_i$ とし、出力ギア部材の歯数を $Z_o$ とすると、減速比は $(Z_o - Z_i) / Z_o$ となり、大きな減速比を得ることがで

きる。

【0028】そのため、前記の外歯傘歯車-内歯傘歯車伝動機構に加えさらにハーモニックギア機構により大きな減速比を得ることができ、小さなモータでより大きな回転トルクを得ることができる。このことは、ロボットの関節を小型軽量化を図ることができるので、ロボットの関節機構としては非常に有利である。また、外歯傘歯車-内歯傘歯車伝動機構を採用することにより、オフセット角度に関係なく、常にモータをアーム軸線と一致させて取り付けることができるので、関節部のアームの直径を大きくする必要がなく、多関節アーム全体として細径のパイプ状に構成することができ、自重を減少させることができる。

【0029】また、前記減速機構は、出力ギア部材の円筒胴部の弾性変形により噛み合うので、同時噛み合い歯数が多く、歯のピッチ誤差の回転精度への影響が平均化されて、高回転精度が得られる。従って、オフセット回転関節機構と相俟ってより高位置決め精度が得られ、非常に精密な動きを要するロボットの関節としても有効である。さらに、歯と歯は転がり接触をせず、且つ周速も低いので、非常に静粛で且つ振動も少ない。従って、静粛で且つ高精度の動きが要求される、例えば介護ロボット等の関節機構として好適である。また、各関節とも同様な関節回転伝動機構部を採用しているため、各回転関節の減速比は、単にギア比を変えるのみで容易に種々の組合せができ、例えば、ベース側に近い関節部は遅くしてエンドエフェクタに近い部分の関節部を早くするように適宜容易に組み合わせることができる。

【0030】また、モータはブレーキ付きモータであるので、特別なアクチュエータを設けなくても、回転位置を強く保持することができ、大きな負荷を所定位置に確実に保持し続けることができ安全である。例えば、停電等によりモータの回転が停止すると自動的にブレーキ作動するので、その位置を保持することができ安全であると共に、従来のようにアクチュエータを作動させて制動状態を維持する必要がなくて省エネルギーを図ることができる。また、本実施形態のオフセット回転関節の大きな特徴点として、前記のように関節を含めロボットアームを基部からエンドエフェクタまで中空に貫通することができ、且つ回転摺動面を完全にシールしてあるので、アーム内部の中空部を外部と完全に遮断することができることである。

【0031】図3は、本発明のオフセット回転関節の他の実施形態を示す。前記実施形態と同様な部材には、同様な符号を付し、相違点のみ説明する。本実施形態では、モータ50から関節回転伝動機構部の伝動機構として、タイミングベルトによるベルト伝動機構を採用してある。即ち、モータの出力軸51に歯付きプーリ52を固定し、円筒軸21の下端に固定したプーリ53との間にタイミングベルト54を懸け渡して、回転力を伝動す

るようになっている。従って、その場合は、プーリ53をプーリ52より径大にすることによって直径比に応じて減速することができ、小型のモータで大きなトルクを発生させることができる。しかも、タイミングベルトによる伝動であるからスベリやバックラッシュも殆どなく、正確に且つ静かに伝動することができる。

【0032】なお、本実施例では、駆動側アームは先端部まで連続しており、その先端開口部に取り付けられる関節回転伝動機構部のステータハウジング55に、固定されたモータ取付けハウジング56にモータ組立体57が固定されている。従って、モータ軸は関節回転伝動機構部の円筒軸21の軸線と平行して取り付けられている。本実施形態では、モータ組立体は2個以上（図では2個）のモータを軸連結して同期させて運転させることができるようにしてあり、1個のモータのみでトルクが不足する場合、モータを連結することによって、小型モータのみで大きなトルクを得ることができる。なお、58は原点位置検出センサーである。

【0033】次に、本発明の多関節ロボットの制御方法の実施形態を上記のオフセット回転関節を用いた多関節ロボットについて説明する。図4は本発明の多関節ロボットの制御方法の基本的構成を示すブロック線図である。本実施形態のロボットシステムは、作業計画系A、マニピュレータ系（アーム、関節、エンドエフェクタ、及びこれらを直接コントロールする制御部を含む駆動作業部を指す）B、画像認識系Cで構成されている。

【0034】作業計画系Aは、各種データベース70、作業計画手段71、軌道生成手段72、又必要に応じてリモート教示用又は手動操作作用としてジョイスティック又はキーボード等の手動制御入力機器73から構成されている。各種データベース70にはロボットに必要な作業を行わせるための作業計画に必要なあらゆる情報・データを決定して入力しておく。作業計画に必要な情報・データとしては、多関節ロボット本体の形態情報（例えば各関節の機能構成、エンドエフェクタの機能構成等）、多関節ロボット本体の設置情報（多関節ロボット本体と画像認識用カメラと対象物等の固定位置座標、多関節ロボットの動作範囲等）、多関節ロボットの操作方法（手動操作モード、プログラム操作モード、自動操作モード等の決定情報）がある。そして、後述する予めブロック教示されたブロック毎のブロック領域データも格納しておく。また、各種の作業対象物の形状等をデータベース化した対象物形状データベース、組立法、加工法等の各種基本作業内容をデータベース化した各種作業データベースをROM化しておくことによって、種々の形状の対象物に種々の作業をデータベースから呼び出して行うことができる。

【0035】作業計画手段71は、多関節ロボットに作業を行わせるための位置、姿勢情報、順序、作業条件情報等を教示するものであり、予め各種データベースにR



OM化されている情報や、画像認識系からの情報、又は外部入力から情報を組み合わせて作業計画を立て、軌道生成部72に教示する。軌道生成手段72は、教示された作業内容を実行するための指示経路に沿って多関節ロボットを動かすための、各関節のモータやエンドエフェクタの制御量を計算し、マニピュレータ系Cに指令する。本実施形態では、軌道生成手段からの指令として、手先力/トルク指令、手先角度指令、手先位置指令、カメラ視界指令がある。

【0036】マニピュレータ系Bは、軌道生成手段72からの手先トルク指令に応じて各関節の関節トルクを決定する関節トルク分配手段75、手先角や手先位置指令に基づいて各関節の関節角度を計算する関節角度計算手段76、及び各関節79に設けられたサーボモータ80、回転速度計81、エンコーダ82等からなる関節単位手段、及びエンドエフェクタ86に設けられた力/トルクセンサ87、角度センサ88、重力センサ89等から構成されている。各関節には、後述する図6に示す、通信インターフェース、前記関節トルク分配手段75及び関節角度計算手段76を兼ね、コマンドの実行と報告を行うCPU、及び関節データベースも備えている。

【0037】関節トルク分配手段75には、予めデータベースにROM化されている各関節のアーム長さ、オフセット角、回転角速度定数、サーボモータの諸定数、減速比、回転速度計の定数、エンコーダの定数、角度及び速度の制御定数等、各関節固有のデータに基づき関節トルクの分配則がROM化されており、該分配則に基づき軌道生成部から送られてくるある一定時刻手先力/トルク指令を実現するための、各関節の速度制御量が決定され、各関節に並列に送られる。同様に関節角度計算手段76では、軌道生成手段からの手先角度指令、手先位置指令を実現するための、各関節の角度が計算され、各関節に角度制御量として各関節に並列に送られる。

【0038】各関節では、関節トルク分配手段からの速度制御量に基づき、速度制御手段85から速度制御信号（電流制御）がサーボアンプ84を介してサーボモータ80に送られ、通常は各関節のサーボモータが並列的に同時に回転駆動される。モータの回転速度は、回転速度計81で検出され、その検出結果は速度制御手段にフィードバックされ、目標値に達するように制御される。また、同様に関節角度計算手段76から角度制御量に基づき、各関節の角度制御手段からの角度制御信号がサーボアンプ84に送られ、前記速度制御信号と合わされてサーボモータ80を駆動する。モータの回転角度は逐次エンコーダ82によって検出され、角度制御手段85にフィードバックされ、目標値に達するように制御される。

【0039】各関節のサーボモータの回転による各アームの運動が複合されてエンドエフェクタ86が移動するが、エンドエフェクタ86の動きはそれに設けられている力/トルクセンサ87、角度センサ88、重力センサ

89で検出されて、関節トルク分配手段75、及び関節角度計算手段76にフィードバックされ、その動きが目標とするトルク、角度、位置を得るまで以上の制御が繰り返される。手先の位置と角度が所定の値に達したらその作業を終了し、次の作業に移る。そのとき、新たな手先の位置及びその付近の状況を関節カメラ及び台座カメラにより画像検出され、次の作業に備えられる。

【0040】画像認識系Cは、台座カメラ90、関節カメラ（図4には図示してない）、軌道生成手段72の指令をもとにカメラを制御するカメラ角度/ズーム制御等のカメラ制御発生手段91、カメラ画像から目標の形状を抽出する目標の形状抽出手段92、目標物の形状決定手段93から構成され、多関節ロボットの各関節信号と各CCD画像及び形状データベースとの比較（照合）を基に、多関節ロボットの設置座標に対して3次元位置座標を抽出して、目標物の位置決定を行うと共に、形状の大きさを算出する。

【0041】次に、以上のようなシステムからなる本実施形態の多関節ロボットの基本的動作手順を図5に示すフローチャートにより説明する。作業が開始されると、各種データベース70から多関節アーム、エンドエフェクタ、カメラの初期設定値を呼び出すと共に、多関節アームの構成、エンドエフェクタの構成及びカメラ系の情報を呼出し、多関節アーム、エンドエフェクタ、カメラのそれぞれを初期設定値に設定する。それにより、カメラ視野方向と視野角が初期設定され（ステップ1）、それに基づきカメラが作業対象物のあたりを写し、画像を信号処理して物体の輪郭形状を抽出する（ステップ2）。信号処理の方法としては、2値化あるいは多値化して、物体の輪郭形状を抽出する方法、明るさの同じ程度の隣あった領域を繋げて物体の面を抽出する方法、あるいは、同じ程度の色の隣合った領域を繋げて物体の面を抽出する方法等が採用できる。そして、抽出された形状の中から目標を抽出し（ステップ3）、抽出された物体の輪郭形状及び面形状を、作業対象物の形状を蓄えているデータベースと照合し、作業対象物の位置と姿勢を推定する（ステップ4）。そして、作業対象物以外の物体を障害物として、その位置と姿勢を記憶する。

【0042】以上のように、作業対象物及び障害物の位置と姿勢が推定されると該推定信号に基づいて、作業計画手段において作業計画が立案される（ステップ5）。作業計画は、作業対象物の位置と姿勢が与えられると、データベースに格納されている制御法あるいは予め教示されて実行ファイルに格納されている作業内容（組立、加工、溶接、試験等）等のデータに基づいて手先の終点の位置と姿勢を決める。次いで、軌道生成手段72で手先の始点位置と姿勢から終点位置と終点姿勢までの軌道を計算して制御量を得る（ステップ6）。そのとき、画像情報から得られた障害物を回避するように手先軌道を決め、軌道を生成する。



【0043】軌道生成がなされるとオフセット回転関節及びエンドエフェクタに軌道を生成するために必要な指令として、手先位置指令、手先角度指令、手先力／トルク指令がマニピュレータ系の関節角度計算手段76、関節トルク分配手段75に与えられる（ステップ7）。それらの指令によって、手先が軌道に沿って動き、画像から得られた障害物を画アームが回避するように各関節角度の時系列値を計算する（ステップ8、9）。それに基づき各関節の関節速度制御及び関節角度制御が行われ（ステップ10、ステップ11）、モータの回転が制御されて関節／エンドエフェクタ軌道に沿って移動する。

【0044】移動が終了すると、手先の力／トルク検出、手先の重力検出を行いステップ8にフィードバックする（ステップ13、14）と共に、手先の角度検出を行いステップ9にフィードバックする（ステップ15）。そして、手先の位置と角度が所定の値になったかを判断し（ステップ16）、所定値になったら動作を終了する。所定値になってない場合は、ステップ2に戻り同様の制御を繰り返す。その際、関節／エンドエフェクタは移動しているため、それに伴い関節カメラは移動し、移動による新たな画像がステップ2に与えられる（ステップ17）。同様に、移動した結果の画像が、台座カメラからもステップ9に与えられる（ステップ18）。

【0045】以上は、本発明における多関節ロボットの基本的な制御方法であるが、本発明の多関節ロボットは、各関節がオフセット回転関節となっており、各関節がオフセット回転するのみで従来の3次元ロボットでは実現が困難であったエンドエフェクタの3次元空間での自由な向きと位置を選択することができる。しかも各アームの動きの組合せが蛇のようにうねった動きをさせることができ、例えばエンドエフェクタが作業対象物に達するまで複雑経路を経なければならぬ位置（例えば障害物の背後等）にある作業対象物にも作業を行うことが可能である。本発明の多関節ロボットのこの特性を活かして複雑な作業を行うに際して、従来のように、例えば作業点の教示をエンドエフェクタの始点から目標位置までの軌道の教示を行い、その教示された作業点間を多関節ロボットの各関節に配置されたモータの制御量として計算して軌道生成すると、非常に膨大な量の情報を各時刻毎に処理しなければならず、コンピュータの負荷が増大し、応答速度が遅くなる問題点がある。

【0046】そこで、本発明では、上記問題点を解消するために、特に、以下のような作業計画系における①ブロック教示法を採用した新たな作業教示法、及びマニピュレータ系における②各関節と中央コンピュータとのネットワークを構築した。

【0047】①ブロック教示法

エンドエフェクタの可動範囲（動作領域）を大まかな複数のブロックBに分け、エンドエフェクタの作業領域が

存在するブロックまでの軌道をブロック単位で教示してデータベース化しておくブロック教示方法と、エンドエフェクタが狭い範囲で決められた作業を行う場合にその作業内容を作業単位で教示してデータベース化しておく作業ポイント教示方法との両方法を組み合わせることによって、データ処理時間を飛躍的に短縮することを可能にした。

【0048】詳述するとブロック教示方法は、図1に示すように、エンドエフェクタの動作領域を大まかなブロックに区割り（図では、54ブロック）にして、そのブロックに移動するのに必要な各関節の特定の回転角と回転角速度を予め教示しておきデータベース化しておく。各ブロックへの移動経路は無数にあるが、各関節の動きは回転角度のみで規定されるので、例えばあるブロックの基準点にエンドエフェクタが位置する状態での各オフセット回転関節の回転角度の組合せを規定して置けば、ブロックが指定されるとそのブロックにエンドエフェクタが位置するための各関節の条件が瞬時にデータベースから求めることができる。図示の例では、最低限54通りのデータベースを用意しておけば、移動する経路を限定しなければ、エンドエフェクタはどのブロックから目標とするブロックに該データベースを利用して瞬時に作業点が教示され、軌道が生成されることになる。

【0049】また、作業領域がブロック境界域にかかる場合は、接するブロックを選択し、そのブロックの各関節の動作に関するデータベースを呼び出して自動制御する。また、予め作業領域が広域に渡る場合は、複数のブロックを組み合わせる作業を行う方法をとる。ブロックの組み合わせは、横組、縦組、縦横組の方法があり、これらをデータベースから呼び出すことになる。

【0050】エンドエフェクタが作業領域が存在するブロックの基準位置に達してからのブロック内での移動は、従来と同様な作業点の教示及び作業内容の教示を実行ファイルに格納しておき、それを呼び出して行えば良い。あるいは、関節カメラや台座カメラからの画像情報と最適制御則により作業計画を立案して自動操作するか、又はジョイスティック等により手動操作すれば良い。その場合、特定のブロック内での移動だけであるから、動作する関節は少なく、少ない演算処理で軌道生成でき、コンピュータの負担が少なく、高速化が可能となる。

【0051】さらに、ブロック内での作業が上記のように決められた作業（例えば、組立法、加工法、溶接法、試験法等）であれば、ブロック毎の作業内容を教示してデータベース化しておけば、該作業領域のブロックに達したらデータベースから呼び出すことによって、瞬時にブロック内の作業内容のための軌道が生成される。ブロック内の狭い範囲での可動する関節は少ないので、データベース化された作業内容教示データは、特定のブロックに限らず、他のブロックでも複写して使用することが

可能であり、従来のロボット制御システムと比較して制御が容易で高速化することができる。さらに、教示内容を関節化することによって、動きを縮小・拡大して適用することができる。

#### 【0052】各関節のネットワーク化

ネットワークを構築するために、各関節は、図6にブロック線図で示すように、機構系100の外に、関節データベースROM101、起動用ROM102、CPU103、通信インタフェース104を有し、通信機能を備えている。関節データベースROMには、その関節のアー

ーム長さ、オフセット角、回転各速度定数、サーボモータの定数、回転速度計の諸定数、エンコーダの定数、角度及び速度の制御定数等、各関節固有のデータが格納されている。

【0053】そして、本実施形態では各関節信号への信号線として、実質的に全体信号線105と個別信号線106があり、両者を切替使用できるようになってネットワークを構成している。例えば、電源投入時に、通信インターフェースは個別信号線上の上流側からの起動信号によって、自己の関節データベースの内容を全体信号線に送り、この関節が何番目にあるか、どのような関節につながっているかを、制御コンピュータ及び全関節に通知することによって、全体の初期設定が容易となる。また、本発明のオフセット回転関節を採用すれば、ロボット軌道を形成するのに各関節の動き（回転）の組合せは無数にあり、一つの関節の動きがエンドエフェクタの動きに直接連動していないので、前記のように各関節をネットワークを形成することによって、1つの関節が故障しても他の関節で補うことができる。

【0054】ブロック教示の場合、図7に模式的に示すように、各関節を全体通信線を通して関節トルク分配手段、関節各計算手段に個別につながることによって、各関節が直接コマンドの実行と結果の報告を行うことができ、ブロック教示に基づく軌道の実行が可能となる。また、蛇のようなうねった動きをさせる場合は、個別信号線で、隣接する先端側の関節の角度を受け取り、自分の関節角度を隣接する基端側の関節に送る。それにより、全体を制御するコンピュータとの通信がなく、コンピュータの負担が軽くなり、演算速度を高めることができ、複雑な動きをスムーズにさせることができる。

【0055】以上は、単一の多関節ロボットで作業を行う場合について説明したが、上記のロボットを複数台設置して、複数のロボットが共働して作業を行わせることも可能である。

#### 【0056】

【発明の効果】以上のように本発明の多関節ロボット及びその制御方法によれば、次のような格別な効果を奏する。本発明のオフセット回転関節は、従動側リンクがリンク軸線とオフセット回転軸線との交点を頂点として、オフセット角度の円錐回転運動するので、該オフセット

回転関節を複数設けることによって、回転運動のみの簡単な機構で、エンドエフェクタの広可動範囲での精密な三次元位置決めができる。しかも、各関節は、関節内の回転関節伝動機構部が高減速比伝動・トルク増加機構となっているので、小型の駆動モータを採用してより強い回転トルクを伝えることができ、関節を小型軽量に形成することができる。このことは、多連の多関節ロボットにとって非常に有利であり、小型軽量でよりペイロードの高いオフセット回転関節を得ることができ、且つ精密な位置決め制御が可能な高機能な多関節ロボットを得ることができる。

【0057】さらに、モータから前記回転関節伝動機構部への伝動も高減速比伝動・トルク増加機構で伝動することにより、より一層強い回転トルクを伝えることができ、関節を小型軽量に形成することができる。特に、傘歯車を用いた連動機構を採用することにより、オフセット角を有する回転関節であっても、モータ軸線をアーム軸線と一致させて設置することができ、アームの直径を小さくすることができる。

【0058】また、前記モータをエンコーダ及び回転速度計と一体になったブレーキ付きモータを採用することによって、ブレーキ機構を構成する特別なアクチュエータを必要としないので、停電時も電力を消費することなく、そのまま位置を保持することができ、安全性が高いと共に省エネルギーを図ることができる。そして、モータケースがアームの一部を構成するようにユニット化することによって、組立てや保守管理が容易である。

【0059】本発明の多関節ロボットは、オフセット回転関節及び同軸回転関節を含むアーム全体を連続中空筒体に形成できるので、アーム内に可撓性ホース等を設けることによって、直接ロボット本体から種々の物質やエネルギー又は信号等の供給路として使用することができ、しかも該供給路がアーム筒内にあり、直接外部環境に曝されることがなく保護されるから、悪環境での物質供給等が可能となり、一段と多用途に適用できるロボットを得ることができる。

【0060】本発明の多関節ロボットの制御方法によれば、アームが複雑な動きをする多関節ロボットであっても、作業領域が存在するブロックを指定するだけで、複雑な計算を必要とせずに簡単に目標位置までの軌道生成ができ、且つ応答速度が早くスムーズな動きを可能にする。

【0061】また、請求項10の発明によれば、特定作業領域で作業内容をデータベースから呼び出すことによって、瞬時にブロック内の作業内容のための軌道が生成することができる。そして、データベース化された作業内容の教示データは、特定のブロックに限らず、他のブロックでも複写、あるいは動きを縮小・拡大して適用することが可能であり、従来のロボット制御システムと比較して制御が容易で高速化することができる。そして、

請求項11の発明のように、ブロック教示方法と、作業ポイント教示方法との両方法を組み合わせることによって、データ処理時間を飛躍的に短縮することを可能である。

【0062】さらに、請求項12の発明によれば、各関節を並列制御できると共に隣接する関節に中央コントローラを介さずに直接情報を送ることができ、ブロック教示データに基づく軌道生成に基づく実行作業の場合に限らず、アームを蛇のようにうねった動きをさせてエンドエフェクタを複雑な経路で移動させる場合も、全体制御コンピュータの負担を少なくして、演算速度を一段と早めることができる。また、初期設定も容易である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態に係る多関節ロボットの作業状態を示す斜視図である。

【図2】本発明の実施形態に係る多関節ロボットのオフセット回転関節部を示す一部破断正面図である。

【図3】本発明の他の実施形態に係る多関節ロボットのオフセット回転関節部を示す一部破断正面図である。

【図4】本発明の実施形態に係る多関節ロボット制御方法に基づくブロック線図である。

【図5】その作動を示すフローチャートである。

【図6】本発明の実施形態に係る多関節ロボット制御方法におけるネットワークを構成する関節部のブロック線図である。

【図7】ネットワーク構成概念図である。

【符号の説明】

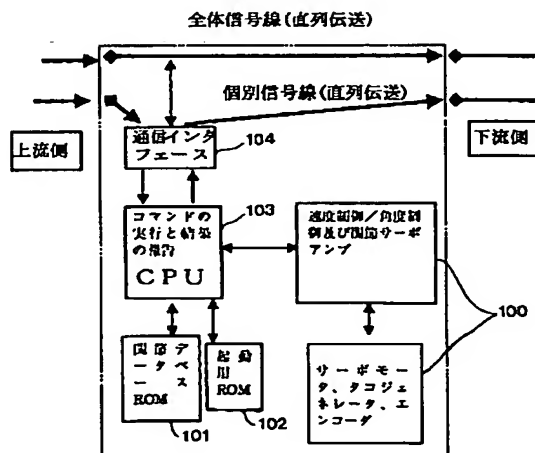
- |            |          |
|------------|----------|
| 1 多関節ロボット  | 2 アーム    |
| 3 エンドエフェクタ | 4 カメラ    |
| 5 先端アーム    | 6 駆動側アーム |
| 7 従動側アーム   | 8 モータユニ  |

\* ット

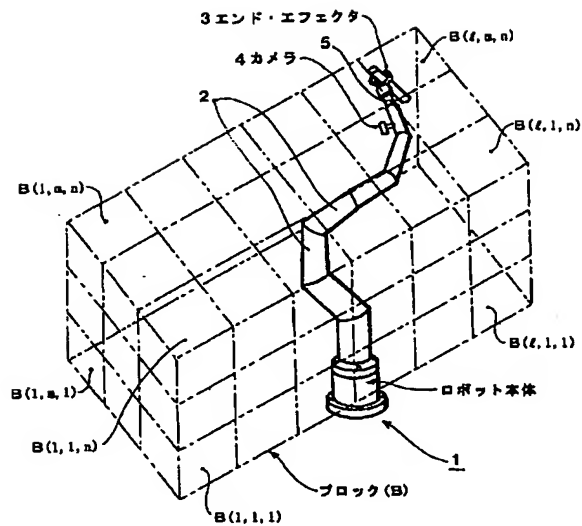
- |              |
|--------------|
| 9 関節回転伝動機構部  |
| 11、80 モータ    |
| 13 スリップリング   |
| 16 回転つまみ     |
| 傘歯車          |
| 20 ステータハウジング |
| 22 貫通孔       |
| 車            |
| 30 ロータハウジング  |
| 部材           |
| 37 出力ギア部材    |
| リング          |
| 50 モータ       |
| グベルト         |
| 55 ステータハウジング |
| 立体           |
| 58 原点位置検出センサ |
| ース           |
| 71 作業計画手段    |
| 手段           |
| 73 手動制御入力機器  |
| 手段           |
| 76 関節角計算手段   |
| 81 回転速度計     |
| ンブ           |
| 100 機構系      |
| データベースROM    |
| 103 CPU      |
| ターフェース       |

- |          |
|----------|
| 10 モータケー |
| 12、82 エ  |
| 15 貫通孔   |
| 17 (外歯)  |
| 21 円筒軸   |
| 24 内歯傘歯  |
| 32 入力ギア  |
| 40 スリップ  |
| 54 タイミン  |
| 57 モータ組  |
| 70 データベ  |
| 72 軌道生成  |
| 75 関節分配  |
| 79 関節    |
| 84 サーボア  |
| 101 関節デー |
| 104 通信イン |

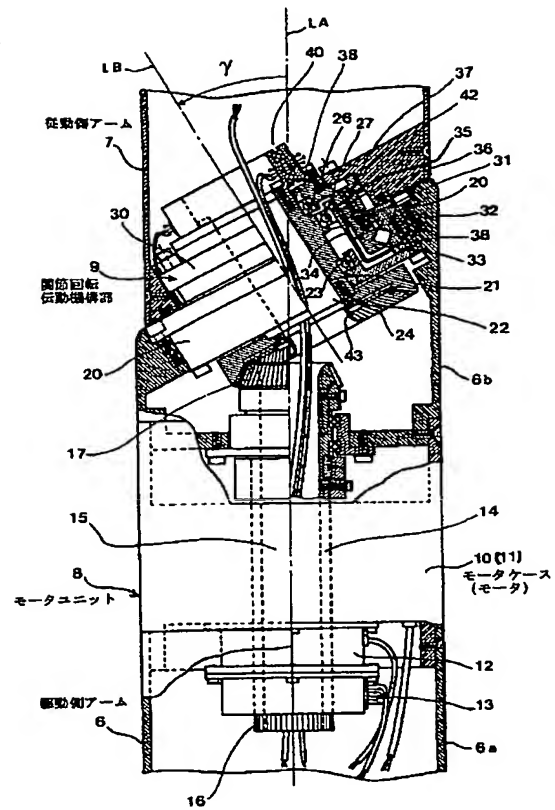
【図6】



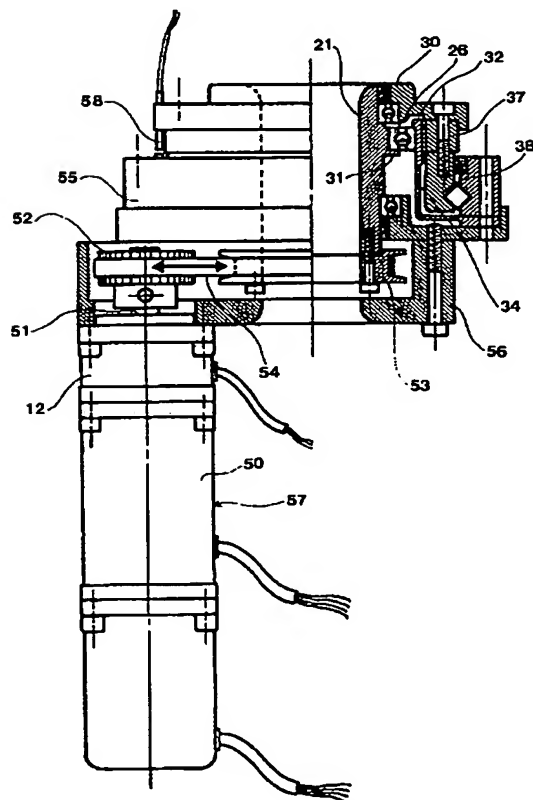
【図1】



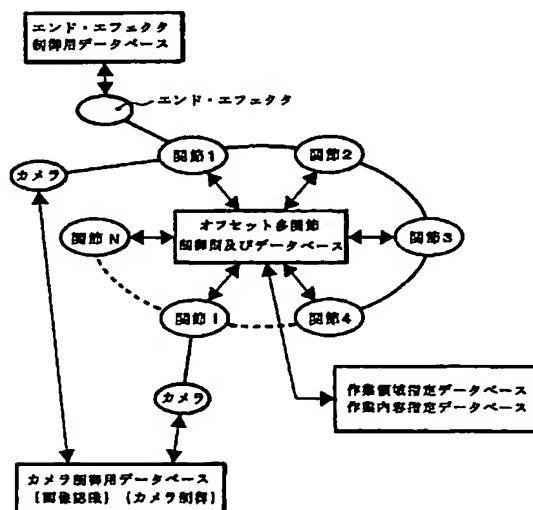
【図2】



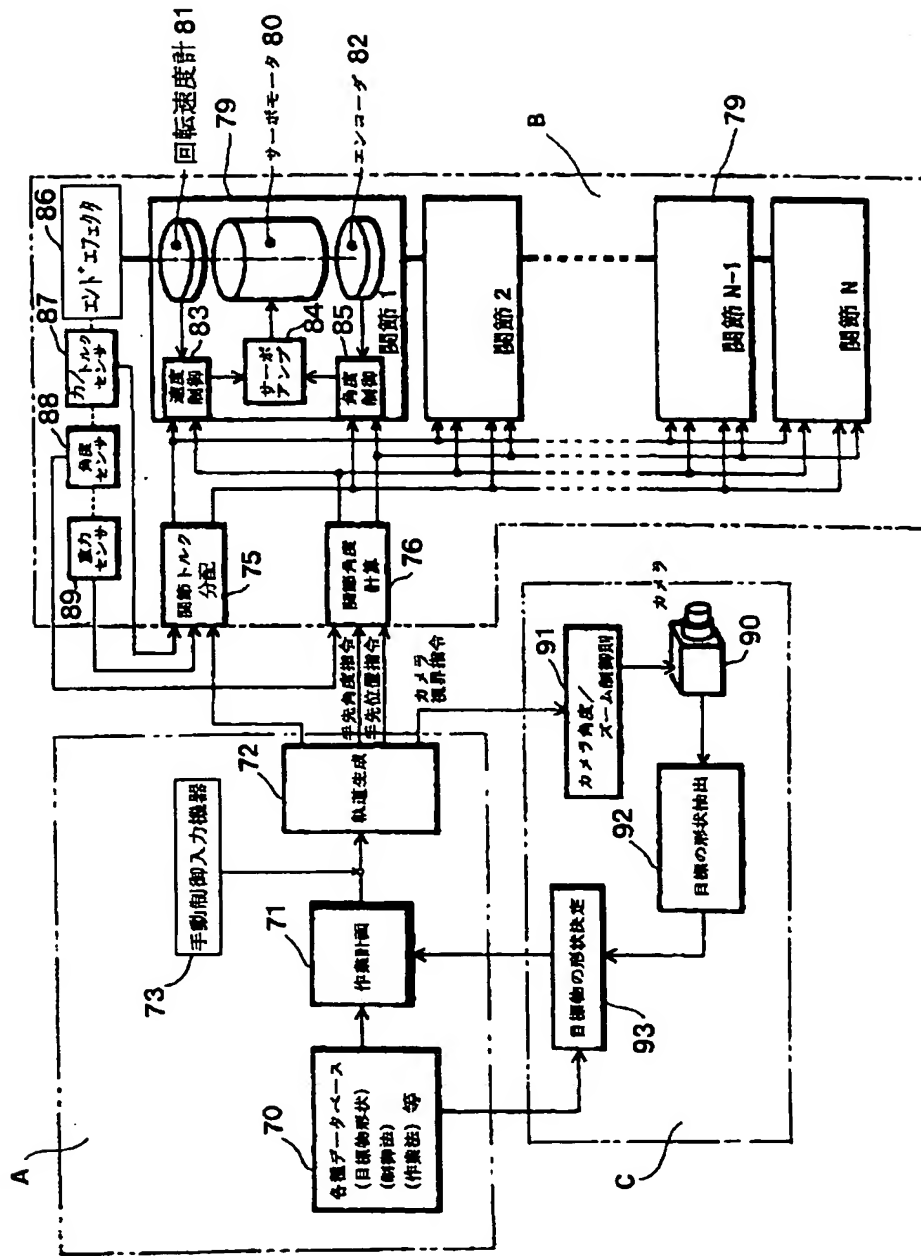
【図3】



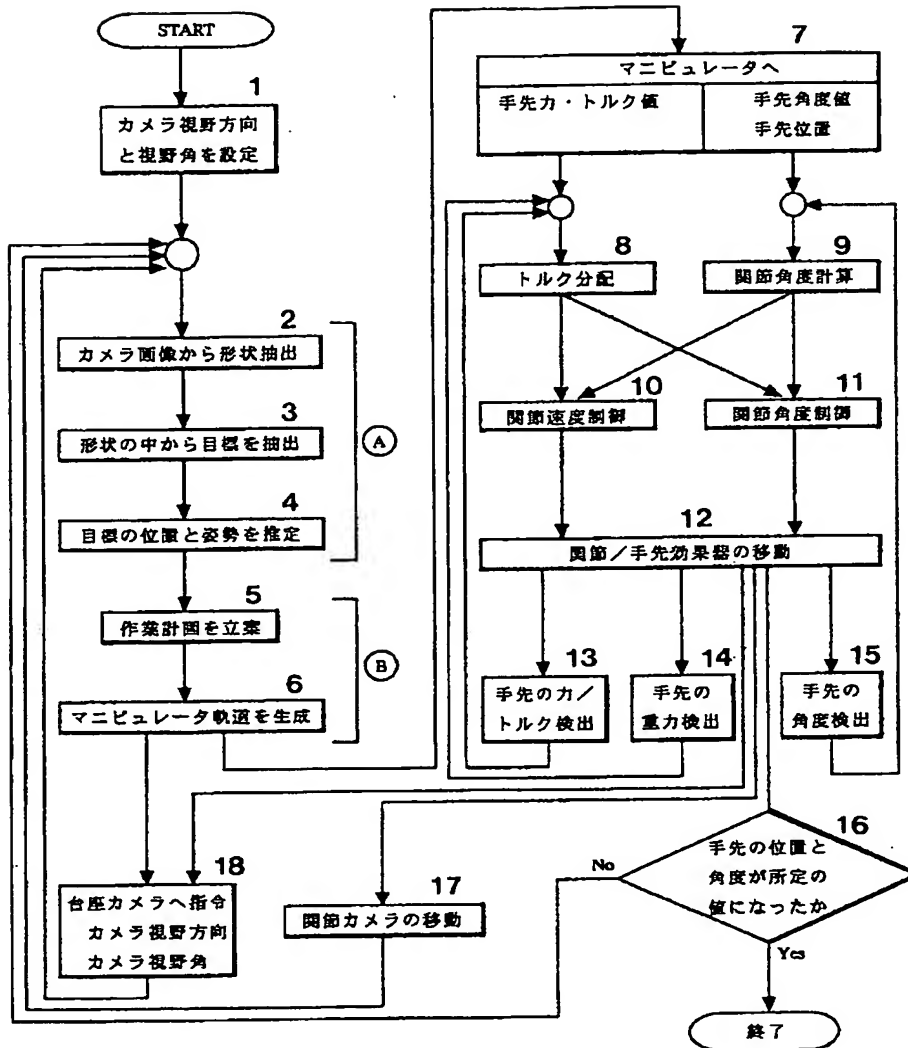
【図7】



【図4】



【図5】



## 【手続補正書】

【提出日】平成13年2月22日(2001.2.22)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 駆動側アームと従動側アームがアーム軸線に対して傾斜したオフセット回転軸線回りに回転駆動

されるオフセット回転関節を少なくとも複数個有する多関節ロボットにおいて、駆動側アーム又は従動側アームの何れか一方のアーム先端にモータで回転駆動される中空回転軸を所定のオフセット角度で傾斜して回転自在に設け、他方のアーム基端に前記中空軸から回転力を伝動されるロータ部材が固定され、前記中空回転軸と前記ロータ部材が高減速比伝動・トルク増加機構となっており、前記モータがエンコーダ及び回転速度計と一体となったブレーキ付きモータであることを特徴とする多関節ロボット。



【請求項2】 前記高減速比伝動機構が、外周面にカム面が形成された前記中空軸、内周面が前記中空軸のカム面と係合するカム作動面で外周面が歯面となって弾性変形可能に固定されてなる入力ギア部材、該入力ギア部材よりも歯数が僅かに多くになっている出力ギア部材からなり、該出力ギア部材が前記ロータ部材になっている請求項1記載の多関節ロボット。

【請求項3】 前記モータはその回転軸線がアーム軸線と一致又は平行となるように配置され、該モータから中空回転軸への回転力は、モータの出力軸に固定された外歯傘歯車と、前記中空回転軸の基端に固定された内歯傘歯車との噛み合いからなる傘歯車伝動機構により伝動されてなる請求項1又は2記載の多関節ロボット。

【請求項4】 前記モータのケースがアームの一部となっている請求項3記載の多関節ロボット。

【請求項5】 前記モータから中空回転軸への回転力は、モータの出力軸に固定されたブリー、前記中空回転軸の基端に固定されたブリー、該ブリーと前記ブリー間に懸け渡されたタイミングベルトとからなるベルト伝動機構により伝動されてなる請求項1又は2記載の多関節ロボット。

【請求項6】 前記モータ軸の出力側と反対側軸端を突出させて突出部に手動回転調整部を設けてある請求項1～5何れか記載の多関節ロボット。

【請求項7】 多関節ロボットの制御方法であって、エンドエフェクタの動作領域を複数のブロックに区割りして、所定のブロックに移動するに必要な各関節の動作条件をブロック領域データとしてブロック毎にデータベース化しておき、予め作業領域のブロックを選択すると前記データベースより呼び出されたブロック領域データにより各関節の動作条件が決定されることを特徴とする多関節ロボットの制御方法。

【請求項8】 各関節は、前記データベースから与えられるブロック領域データと現在の動作状況とを比較し \*

＊て、前記ブロック領域データを満たすように各関節毎に独立してモータ制御を行うようにしてなる請求項7記載の多関節ロボットの制御方法。

【請求項9】 多関節ロボットの制御方法であって、所定ブロック領域内での作業ポイントの教示を作業ポイントデータとしてデータベース化しておき、エンドエフェクタが該ブロック領域に達したら、前記データベースからブロック内作業ポイントデータを呼び出して各関節の動作を決定するようにしたことを特徴とする多関節ロボットの制御方法。

【請求項10】 多関節ロボットの制御方法であって、エンドエフェクタの動作領域を複数のブロックに区割りして、所定のブロックに移動するに必要な各関節の動作条件をブロック領域データとしてブロック毎にデータベース化しておくと共に、所定ブロック領域内での作業ポイントの教示をブロック内作業ポイントデータとしてデータベース化しておき、予め作業領域のブロックを選択すると前記データベースより呼び出されたブロック領域データにより各関節の動作条件が決定され、該条件を満たすように前記関節が駆動されることによって所定作業ブロックに移動し、エンドエフェクタが前記選択されたブロックの基準点まに達したら、前記ブロック内作業ポイントデータを呼び出して各関節の動作を決定することを特徴とする多関節ロボットの制御方法。

【請求項11】 多関節ロボットの制御方法であって、各関節が演算処理装置と関節データベース及び通信インターフェースを有し、ロボット全体の動きを制御する中央コントローラと各関節が独立して接続されていると共に各関節制御装置間も直接データをやり取りできるようにネットワークを構成し、各関節を並列制御できると共に隣接する関節に中央コントローラを介さずに直接情報を送ることができるようにしたことを特徴とする多関節ロボットの制御方法。

フロントページの続き

(72)発明者 山口 功  
埼玉県所沢市並木2-2-3-705

Fターム(参考) 3F059 BA05 DA02 DA03 DA09 DB04  
DE01 FB05 GA00  
3F060 BA03 GA00 GA13 GB02 GB24  
GB25 GB26 GC00 GC01 GC03  
GD07 GD14 HA00 HA02 HA03  
HA05  
5H269 AB33 BB01 BB05 BB19 CC09  
EE03 EE11 GG02 JJ02 JJ09  
JJ12 JJ20 KK03 NN07 NN18  
QC01 QC02 QC10